

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-254625

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl. B41J 2/01
B41J 2/045
B41J 2/055

(21)Application number : 2001-059860 (71)Applicant : RICOH CO LTD

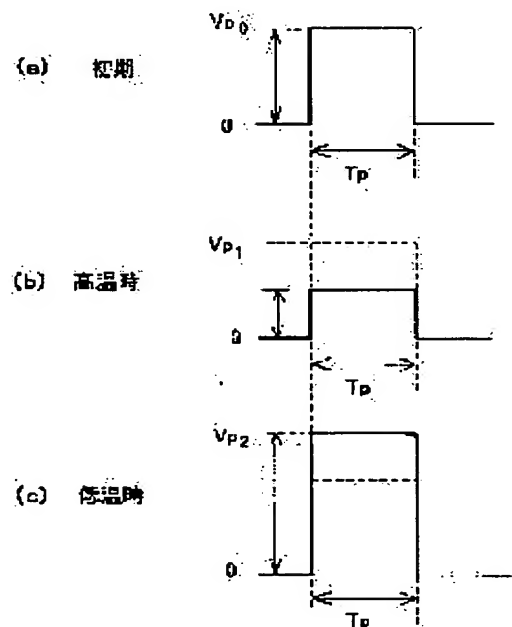
(22)Date of filing : 05.03.2001 (72)Inventor : OHASHI MIKIO

(54) INK JET RECORDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ink jet recording device capable of performing a high speed and a high density recording without being affected by environmental temperature.

SOLUTION: A drive waveform for separating one ejected ink drop into plural ink drops during its flying is applied to a head 40, and a parameter of the drive waveform is corrected based on a detection result of the environmental temperature by a thermo-sensor 90 to correct printing intervals.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-254625
(P2002-254625A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 4 1 J	2/01	B 4 1 J	3/04
	2/045		1 0 1 Z
	2/055		2 C 0 5 6
			1 0 3 A
			2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2001-59860(P2001-59860)

(22) 出願日 平成13年3月5日 (2001.3.5)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大橋 幹夫

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

最終頁に続く

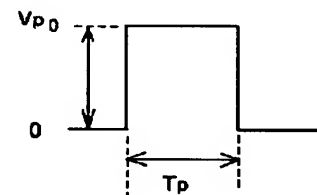
(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57) 【要約】

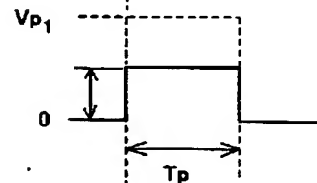
【課題】 周囲温度に影響されることのない高速高密度記録ができない。

【解決手段】 吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する駆動波形をヘッド40に印加するとともに、温度センサ90の検知結果に基づいて駆動波形のパラメータを補正して印字間隔を補正する。

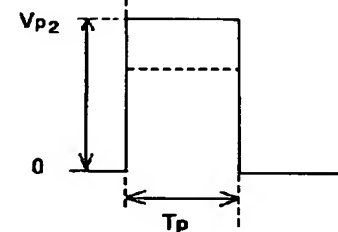
(a) 初期



(b) 高温時



(c) 低温時



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路のインクを加圧させるエネルギーを発生する駆動手段とを有するヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記ヘッドの駆動手段に対して前記ノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離される駆動波形を印加する手段と、前記ヘッドの周囲温度に基づいて前記複数のインク滴の被印字記録媒体上での印字間隔を補正する補正手段を備えていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】 請求項1に記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形は前記ノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度で前記インク滴を吐出させる波形であることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項3】 請求項2に記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形の電圧値が前記ノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項4】 請求項2に記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形の電圧印加時間が前記ノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記ヘッドの主走査方向への移動速度を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項6】 請求項5に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記ヘッドを移動させるための駆動信号の周波数を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項7】 請求項6に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は周囲温度が高くなったときに前記駆動信号の周波数を低下させ、周囲温度が低くなったときに前記駆動信号の周波数を増加させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項8】 請求項7に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記駆動信号の最高周波数値を、周囲温度に対応して変化する前記複数のインク滴間の時間差の逆数に等しい周波数値に一致させることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項9】 請求項1乃至4のいずれかに記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記複数のインク滴が着弾するまでの前記複数のインク滴間の時間差を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項10】 請求項9に記載のインクジェット記録

装置において、前記補正手段は前記駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項11】 請求項10に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は周囲温度が高くなったときには前記駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を長くし、周囲温度が低くなったときには前記駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を短くすることを特徴とするインクジェット記録装置。

10 【請求項12】 請求項9に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記駆動波形の電圧印加時間幅を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項13】 請求項12に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は周囲温度が高くなったときには前記駆動波形の電圧印加時間幅を短くし、周囲温度が低くなったときには前記駆動波形の電圧印加時間幅を長くすることを特徴とするインクジェット記録装置。

20 【請求項14】 請求項9に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は前記駆動波形の印加電圧値を補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項15】 請求項14に記載のインクジェット記録装置において、前記補正手段は周囲温度が高くなったときには前記駆動波形の印加電圧値を低くし、周囲温度が低くなったときには前記駆動波形の印加電圧値を高くすることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

30 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路（吐出室、圧力室、加圧液室、液室等とも称される。）と、このインク流路内のインクを加圧する駆動手段とを備えたインクジェットヘッドを搭載したものである。

40 【0003】インクジェットヘッドとしては、インク流路内のインクを加圧するエネルギーを発生するエネルギー発生手段として、圧電素子を用いてインク流路の壁面を形成する振動板を変形させてインク流路内容積を変化させてインク滴を吐出させるいわゆるピエゾ型のもの

（特開平2-51734号公報参照）、或いは、発熱抵抗抗体を用いてインク流路内でインクを加熱して気泡を発生させることによる圧力でインク滴を吐出させるいわゆるバブル型のもの（特開昭61-59911号公報参照）、インク流路の壁面を形成する振動板と電極とを対

向配置し、振動板と電極との間に発生させる静電力によって振動板を変形させることで、インク流路内容積を変化させてインク滴を吐出させる静電型のもの（特開平6-71882号公報参照）などが知られている。

【0004】ところで、インクジェット記録装置においては高速での高画質記録が要求されていることから、特開平9-57966号公報に記載されているようにインク滴を吐出するノズル数を増加させたヘッドを用いたもの、特開平9-254381号公報に記載されているようにヘッドの駆動周波数を高めたものなどが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のインクジェット記録装置のうちのノズル数を増加させたヘッドを搭載したものにあっては、ノズル数を増加させることによって高速印字は可能となるものの、ノズル数を増加させることでヘッドの形状が大きくなり、構成も複雑で、ノズルのインクによる目詰まり等も増加し、製造上の歩留まりも低下するという課題がある。

【0006】特に、上述した公報に記載のヘッドでは、1つの圧力発生部に複数のノズルを形成してインク吐出を行っているので、ヘッド構成が極めて複雑になり、製造工程もより煩雑となる。

【0007】しかも、一般的に、ノズル数を増加させる場合、ノズル列方向にノズル数を増加させるので、印字の副走査方向への印字速度は向上するものの、印字の主走査方向への印字速度の向上は期待できない。それは、ノズル数やノズル密度を増加させて印字密度が高くなればなるほど顕著に現れ、より一層主走査方向への印字速度の低下を招く原因になってしまうという課題がある。

【0008】一方、インクジェットヘッドにおいては、一般的に、1つの印字信号に対して1滴のインク吐出を行った後、インク流路（吐出室）内に発生するインクの残留振動を速やかに減衰させることにより、不要なインク滴の吐出を防止して、インク滴の高速吐出（高周波数駆動）を可能とし、高速印字を行うことが可能となる。

【0009】しかしながら、上述した従来のヘッドの駆動周波数を高くしたインクジェット記録装置にあっては、インク吐出室内に発生するインクの残留振動を速やかに減衰させるために、ヘッドの駆動手段に対して非常に複雑な駆動信号波形を印加する必要がある、そのような駆動波形を発生させる駆動回路の構成も、また、煩雑でコスト高となるという課題がある。

【0010】また、上述した公報に記載の記録装置では、インク吐出用の駆動電圧を印加した後に、インク吐出室内の圧力が正圧になるのを待ってからインクの残留振動を抑制するための補助電圧を再び印加しているため、1滴のインクを吐出するのに要する駆動電圧の時間幅が比較的長くなり、より高い繰返し駆動周波数で印

字することが困難となってしまっているという課題がある。

【0011】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で安定したインク滴吐出特性が得られ、高速、高密度記録が可能なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るインクジェット記録装置は、ヘッドの駆動手段に対してノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離される駆動波形を印加する手段と、ヘッドの周囲温度に基づいて複数のインク滴の被印字記録媒体上での印字間隔を補正する補正手段を備えたものである。

【0013】ここで、駆動波形はノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度でインク滴を吐出させる波形であることが好ましい。この場合、駆動波形の電圧値がノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されるか、或いは、駆動波形の電圧印加時間がノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されることが好ましい。

【0014】また、補正手段はヘッドの主走査方向への移動速度を補正することができる。

【0015】この場合、補正手段はヘッドを移動させるための駆動信号の周波数を補正することが好ましい。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときに駆動信号の周波数を低下させ、周囲温度が低くなったときに駆動信号の周波数を増加させることが好ましい。この場合、補正手段は駆動信号の最高周波数値を、周囲温度に対応して変化する複数のインク滴間の時間差の逆数に等しい周波数値に一致させることが好ましい。

【0016】さらに、補正手段は複数のインク滴が着弾するまでの複数のインク滴間の時間差を補正することができる。

【0017】この場合、補正手段は駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を長くし、周囲温度が低くなったときには駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を短くすることが好ましい。

【0018】また、補正手段は駆動波形の電圧印加時間幅を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の電圧印加時間幅を短くし、周囲温度が低くなったときには駆動波形の電圧印加時間幅を長くすることが好ましい。

【0019】さらに、補正手段は駆動波形の印加電圧値を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の印加電圧値を低く

し、周囲温度が低くなったときには駆動波形の印加電圧値を高くすることが好ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0021】このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0022】印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ

（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出するインクジェットヘッドからなるヘッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ13の上側にはヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0023】インクカートリッジ15は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッド14へインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッド14へ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。このインクカートリッジ15からインクをヘッド14内に供給する。

【0024】ここで、キャリッジ13は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動プーリ18と従動プーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリッジ13に固定しており、主走査モータ17の正逆回転によりキャリッジ13が往復駆動される。

【0025】また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。さらに、ヘッド14としては、後述するように、インク流路の壁面の少なくとも一部を形成する振動板とこれに対向する電極とを備え、静電力で振動板を变形変位させてインクを加圧する静電型インクジェットヘッドを用いている。ただし、

これに限るものではなく、圧電素子を用いてインク流路の壁面を形成する振動板を变形させてインク流路内容積を変化させてインク滴を吐出させるいわゆるピエゾ型のもの、或いは、発熱抵抗体を用いてインク流路内でインクを加熱して気泡を発生させることによる圧力でインク滴を吐出させるいわゆるバブル型のものを用いることもできる。

【0026】一方、給紙カセット4にセットした用紙3をヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給装する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0027】そして、キャリッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0028】記録時には、キャリッジ13を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド14を駆動することにより、停止している用紙3にインクを吐出して1行分を記録し、用紙3を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙3の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙3を排紙する。

【0029】また、キャリッジ13の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド14の吐出不良を回復するための回復装置37を配置している。回復装置37は、キャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ13は印字待機中にはこの回復装置37側に移動されてキャッピング手段でヘッド14をキャッピングされ、吐出口部（ノズル孔）を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出する（ページする）ことにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

【0030】吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド14の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された

廃インク溜（不図示）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

【0031】次に、このインクジェット記録装置の記録ヘッド14を構成するインクジェットヘッドについて図3及び図4を参照して説明する。なお、図3はインクジェットヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図4は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図である。

【0032】このインクジェットヘッドは、振動板／液室基板である第1基板41と、この第1基板41の下側に設けた電極基板である第2基板42と、第1基板41の上側に設けた蓋部材である第3基板43とを備え、複数のインク滴を吐出するノズル溝44、各ノズル溝44が連通するインク流路である加圧室（吐出室ともいう。）46、各加圧室46にインク供給路を兼ねた流体抵抗部47を介して連通する共通液室流路48などを形成している。

【0033】第1基板41には、単結晶シリコン基板を用いて、一端にノズル溝44を形成し、更にこのノズル溝44に連通する加圧室46及びこの加圧室46の壁面である底部をなす振動板50を形成する凹部と、流体抵抗部47を形成する溝と、共通液室流路48を形成する凹部とを形成している。

【0034】なお、第1基板41に単結晶シリコン基板を用いることで、数 μm 程度の厚さの薄い振動板50をエッチングで作製する際の加工が容易になり、また、数 μm 程度の微小ギャップを高精度に第2基板42との陽極接合で形成することができる。さらに、振動板50を振動させる際には、電極に電圧を印加して静電気力を発生させる必要があるが、シリコンは半導電性であるため、その振動板50が電極を兼ねることができて振動板50側に別個に電極を設ける必要性がない等の利点がある。

【0035】第2基板42には、パイレックス（登録商標）ガラス（硼珪酸系ガラス）を用いて凹部54を形成し、この凹部54底面に、振動板50にギャップ56を置いて対向する個別の電極55を例えば金等をスパッタして形成し、これらの振動板50と電極55とによってアクチュエータ部を構成している。なお、電極55は外部に延設して電極端子部55aを一体形成している。また、第2基板42にパイレックスガラスを用いることでシリコン基板との陽極接合が容易になる。

【0036】また、電極55表面には電極55の耐久性を向上させるために SiO_2 膜などの誘電絶縁層（酸化膜系絶縁膜）或いは Si_3N_4 膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜57を成膜しているが、電極55表面に電極保護膜57を形成しないで、或いは、電極55表面に電極保護膜57を形成するとともに振動板50側に絶縁膜を形成することもできる。

【0037】第3基板43にはステンレス基板を使用し、接着剤にて第1基板41と接合する。この第3基板

10

20

30

40

50

43の接合によって、ノズル溝44、吐出室46、流体抵抗部47及び共通液室流路48が構成される。また、第3基板43には、共通液室流路48に外部からインクを供給するためのインク供給口61を形成し、このインク供給口61に接続したインク供給パイプ62を介して前述したインクカートリッジ15からインクが供給される。

【0038】次に、第1基板41と第2基板42との接合方法について述べる。静電型インクジェットヘッドのように数 μm 程度の微小なギャップを高精度に形成し、組み立てる（接合する）方法としては陽極接合法を利用するのが好適である。この陽極接合法は、他の接合法（ろう接、融接等）と比較して、よりギャップの寸法精度の確保が期待でき、第1基板41と第2基板42の間に電圧印加（ $-300\text{V} \sim -500\text{V}$ 程度）することにより、比較的低温（ $300 \sim 400^\circ\text{C}$ ）で精密な接合ができる。

【0039】このような陽極接合を確実に行うには、第1基板41と第2基板42との接合界面で、その基板同士の共有結合が生じるように第1基板41、あるいは第2基板42のどちらかがアルカリイオンを多く含む基板である必要があり、また、陽極接合する際、熱応力による基板同士の歪みが少なくなるように基板同士の熱膨張係数が比較的一致している材料を選択することが好ましい。

【0040】本実施形態では、上述したように第1基板41に単結晶のシリコン基板を使用し、第2基板42にNa等のアルカリイオンを多く含み、シリコン基板と比較的熱膨張係数が一致するパイレックスガラス（硼珪酸系ガラス）基板を使用するため、基板同士の熱歪みの少ない確実な接合が得られる。

【0041】次に、このインクジェット記録装置の制御部の概要について図5を参照して説明する。この制御部は、この記録装置全体の制御を司るマイクロコンピュータ（以下、「CPU」と称する。）80と、所要の固定情報を格納したROM81と、ワーキングメモリ等として使用するRAM82と、ホスト側から転送される画像データを処理したデータを格納する画像メモリ83と、パラレル入出力（PIO）ポート84と、入力バッファ85と、パラレル入出力（PIO）ポート86と、波形生成回路87と、ヘッド駆動回路88及びドライバ89、ヘッド14の周囲温度を検出する温度センサ90等を備えている。

【0042】ここで、PIOポート84にはホスト側から画像データなどの各種情報、図示しない操作パネルからの各種指示情報、温度センサ90からの周囲温度の検知信号、用紙の始端、終端を検知する紙有無センサからの検知信号、キャリッジ13のホームポジション（基準位置）を検知するホームポジションセンサ等の各種センサからの信号等が入力され、またこのPIOポート84

を介してホスト側や操作パネル側に対して所要の情報が送出される。

【0043】また、波形生成回路87は、ヘッド14の振動板50と電極55との間に、振動板50をインク滴が吐出するだけの変位量、タイミングで電極55側に変位させる駆動波形を発生する。この波形生成回路87としては、CPU80からの駆動波形データをD/A変換するD/A変換器を用いることで、簡単な構成で所要の駆動波形を生成して出力することができる。後述する周囲温度に基づく駆動波形の波形パラメータの変更は、ROM81に予め周囲温度に対応した複数の駆動波形のテーブルを格納しておき、温度センサ90からの検知信号に基づく検出周囲温度に対応した駆動波形のテーブルを選択して読み出し、これを波形生成回路87に与えることによって行う。

【0044】ヘッド駆動回路88は、PIOポート86を介して与えられる各種データ及び信号に基づいて、ヘッド14の各ノズル溝44に対応するエネルギー発生手段（振動板50と電極55）に対して駆動波形を印加する。さらに、ドライバ89は、PIOポート86を介して与えられる駆動データに応じて主走査モータ17及び副走査モータ27を各々駆動制御することで、キャリッジ13（記録ヘッド14）を主走査方向に移動走査し、搬送ローラ24を回転させて用紙3を所定量搬送させる。

【0045】次に、この制御部におけるヘッド駆動制御部に係わる部分について図6のブロック図を参照して説明する。このヘッド駆動制御部は、前述したCPU80、ROM81、RAM82及び周辺回路等を含む主制御部91と、波形生成回路87と、アンプ92と、駆動回路（ドライバIC）93等とを備えている。

【0046】主制御部91は、波形生成回路87に対してヘッドの電極55へ印加する駆動波形を生成するためのデータを与え、ドライバIC93に対して印字信号（シリアルデータである）SD、シフトクロックCLK、ラッチ信号LATなどを与える。波形生成回路87は、前述したようにインクジェットヘッドのアクチュエータ部に対してノズル44からインク滴を吐出させるエネルギーを発生させる駆動波形を時系列で発生する。すなわち、主制御部91と波形生成回路87で駆動波形を生成出力する手段、及び駆動波形のパラメータ（電圧印加時間幅、印加電圧値、或いは電圧多値下げ時間幅）を周囲温度に基づいて補正するときにはこれらによって補正手段を構成している。

【0047】ドライバIC93は、時系列で入力される駆動波形を印字信号に応じて選択して、ヘッド14を構成するインクジェットヘッドの各個別電極55に与える制御を行う制御手段である。すなわち、ドライバIC93は、主制御部91からのシリアルクロックCLK及び印字信号であるシリアルデータSDを入力するシフトレ

ジスタ95と、シフトレジスタ95のレジスト値を主制御部91からのラッチ信号LATでラッチするラッチ回路96と、ラッチ回路96の出力値をレベル変化するレベル変換回路97と、このレベル変換回路97でオン/オフが制御されるアナログスイッチアレイ98とからなる。アナログスイッチアレイ98は、インクジェットヘッド40のm個（ノズル数をm個とする。）の個別電極55に接続したアナログスイッチAS1~ASmからなる。なお、インクジェットヘッドの共通電極となる振動板50は接地している。

【0048】そして、このシフトレジスタ95にシフトクロックに応じてシリアルデータ（印字信号）SDを取り込み、ラッチ回路96でラッチ信号LATによってシフトレジスタ回路95に取り込んだシリアルデータSDをラッチしてレベル変換回路98に入力する。このレベル変換回路98は、データの内容に応じて各アクチュエータ部の個別電極55に接続しているアナログスイッチASm（m=1~m）をオン/オフする。

【0049】このアナログスイッチASm（m=1~m）には波形生成回路87からアンプ92を介して駆動波形を与えているので、アナログスイッチASm（m=1~m）がオンしたときに駆動波形が個別電極55に選択的に与えられる。

【0050】次に、インクジェットヘッドの動作について図7及び図8をも参照して説明する。このインクジェットヘッドは、電極55にヘッド駆動回路88から正のパルス電圧が印加されると、電極55の表面がプラス電位に帯電し、その電極55に対向する振動板50の下面がマイナス電位に帯電する。したがって、図7（a）に矢印で示すように、振動板50は静電気の吸引作用（静電吸引力）により、この振動板50に対向する電極55方向へ撓む。ここで、振動板50に発生する静電吸引力Pの大きさは、（1）式のように表される。

【0051】

【数1】

$$P = \frac{1}{2} \cdot \epsilon \cdot S \cdot \left(\frac{V}{d} \right)^2 \quad \dots (1)$$

【0052】但し、この（1）式において、εは振動板50と電極55との間に存在する空気の誘電率、Sは振動板50と電極55との間に働く静電気力の有効面積、Vは電極55に印加する駆動電圧値、dは振動板50と電極55との間の実効的なギャップ距離を示している。

【0053】ここで、実効的なギャップ距離dは、振動板50と電極55との間に空気以外の誘電率を有する物質が介在する場合には、（2）式のように表わされる。

【0054】

【数2】

$$d = d_a + \frac{d_e}{\epsilon_r} \quad \dots(2)$$

【0055】但し、この(2)式において、 d_a は振動板50と電極55との間に存在する空隙の距離、 d_e は振動板50と電極部55との間に存在する誘電絶縁層57の厚み、 ϵ_r は誘電絶縁層57の比誘電率を示している。

【0056】即ち、振動板50と電極55との間に、ある誘電率を有する物質を介在させると、(2)式に示すように、その介在させた誘電物質の厚み d_e とその誘電物質が有する比誘電率 ϵ_r を変化させることによって、振動板50と電極55との間に発生する電界強度 E ($E = V/d$)と、それによって生じる静電吸引力 PP の大きさが変化する。

【0057】したがって、(1)式に示すように静電吸引力 PP の大きさは、振動板50と電極55との間の実効的なギャップ距離 d が小さいほど振動板50に大きな静電引力が働く。また、電極55への駆動電圧値 V を上昇させるに従って、振動板50が電極55方向へ撓み、同図(b)、(c)に示すように、振動板50が電極55側に誘電絶縁層57を介して接触する。このように振動板50が電極55に接触した状態を当接状態という。

【0058】また、電極55へのパルス状の電圧となるパルス電圧の印加をOFFすると、図8(a)～(c)に示すように、撓んだ(変形した)振動板50には復元力 $PP1$ が作用しているので、振動板50は復元力 $PP1$ にて復元し、加圧室46内の圧力が急激に上昇するため、ノズル溝44よりインク滴65が形成されて用紙3に向けてインク滴65が吐出される。また、電極55へパルス電圧を印加(ON)すると、振動板50が再び電極部55側の方向へ撓むので、インクが共通液室流路48より流体抵抗部47を介して加圧室46内に補給される。

【0059】次に、このように構成したインクジェット記録装置におけるインク滴の分離形成について図9以降をも参照して説明する。まず、1印字信号で1つのインク滴を吐出させて複数の小滴を形成する方法について図9を参照して説明する。本発明は、ヘッドの1つの駆動手段に対して1印字信号に対応して駆動信号が印加されると、同図(a)に示すように、ノズル44から1つのインク滴Iが吐出速度 $V0$ で吐出される。この1つのインク滴D0は、同図(b)に示すように飛翔中に2つのインク滴D1、D2に分離して、同図(c)に示すように所望の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ を有した2つのインク滴D1、D2として飛翔する現象に着目して、この現象を利用するものである。

【0060】すなわち、同図(c)に模式的に示すように、1つのインク滴が分離したときに形成される複数のインク滴は、各々の滴体積がほぼ同等であり、同図

(d)に示すように、被印字媒体である用紙3上の印字

密度($25.4 \times 10^{-3} / \delta$ [dpi])に対応して所定の時間間隔 Td を保ったまま、複数のインク滴が用紙3上に着弾される場合には、同図(e)に示すように、その複数のインク滴を利用して1印字信号に対して一度に複数の印字画素 $D1'$ 、 $D2'$ でもって印字することが可能となる。

【0061】また、1つの大きなインク滴から分離した複数の小さなインク滴でもって印字するため、同時により小さい印字画素でもって印字することも可能となる。この1つのインク滴が分離してほぼ同等体積の複数のインク滴が得られる現象は、インク滴の吐出速度や粘度にもよるが、おおよそインク滴体積を10p1以下程度まで小さくすることにより、顕著に現れてくる。

【0062】次に、図10は、図11に示すように、駆動波形として、印加電圧値 Vp 、電圧印加時間幅 Tp 、繰り返し印字周期 T で駆動パルス $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ ……をヘッドに印加し、ヘッドを搭載したキャリッジ13(シャトル)を主走査方向に移動させて用紙3上に上記の分離した複数のインク滴を着弾させて印字した場合のインク滴着弾状態を説明する説明図である。

【0063】ここで、一般に、インクジェット記録装置の印字速度は、キャリッジ13の移動スピード VSH が速ければ速いほど印字速度が速くなり、そのキャリッジ移動スピード(キャリッジ速度) VSH [m/s]は、インク滴を繰り返し吐出する際の最高印字周期 $Tmax$ [s]

(すなわち、ヘッドの最高駆動周波数 $Fmax$ [Hz]と被印字媒体上の画像の印字密度($25.4 \times 10^{-3} / \delta$ [dpi])によって大きく決定される。これらに対するキャリッジ速度 VSH との関係は、次の(3)式で表わされる。

【0064】

【数3】

$$VSH = Fmax \times \delta \quad \dots(3)$$

【0065】すなわち、キャリッジ速度 VSH を速めるには、ヘッドに印加する駆動波形の最高印字周期 $Tmax$ を短くする(最高駆動周波数 $Fmax$ を高める)か、画像の印字密度を低くして印字間隔 δ を広げるしかない。したがって、画像の印字密度をより高めて高画質な画像を得ようとした場合には、印字間隔 δ が小さくなるので必然的にシャトルの移動スピード(キャリッジ速度) VSH も遅くなり、インクジェット記録装置の印字速度が遅くなる原因となってしまう。

【0066】そこで、印字密度の高い画像においても、印字速度が遅くならないよう一定の印字速度を得ようとする場合には、ヘッドに印加する駆動波形の最高駆動周波数 $Fmax$ をより高める必要性が発生するが、より高い駆動周波数領域ではヘッドからのインク滴の吐出状態が不安定となるためにヘッドに印加する駆動周波数の大きさにも制限が生じる。

【0067】ここで、上記(3)式で表わされるシャトル

ルの移動スピード V_{SH} と画像の印字密度($25.4 \times 10^{-3} / \delta$ [dpi])との関係をグラフ化すると、図12に示すようになる。同図から、例えば、600dpiの印字密度を有する画像を最高駆動周波数10kHz(f_1)で印字する場合、シャトルの移動スピードを約423mm/s(V_{600})という速さで印字することが可能であるが、同じ最高駆動周波数 f_1 (=10kHz)でもって、より印字密度の高い1200dpiの画像を得ようとした場合には、シャトルの移動スピードは約212mm/s(V_{1200})という速さに遅くなり、印字速度が低下してしまうことが分かる。

【0068】シャトルの移動スピード V_{SH} を一定の(V_{600})に保つには、最高駆動周波数 f_1 を2倍に高めた周波数20kHz(f_2)でヘッドからインク滴吐出を行う必要があるが、そのような高い周波数ではインク滴の吐出状態が不安定となり、最悪の場合、インク滴が不吐出となってしまうことがある。

【0069】しかしながら、本発明の印字方法によれば、例えば1つのインク滴より2つのインク滴が分離形成し、印字密度に対応して所定の時間間隔を保ったまま各々のインク滴を被印字媒体上に着弾させるので、最高駆動周波数を10kHz(f_1)としたままで、つまり、シャトルの移動スピードを(V_{600})の速い速度を保ったまま、より印字密度の高い1200dpi相当の高画質画像を得ることが可能となる。

【0070】また、分離形成されるインク滴の数は2つに限られるものではなく、分離形成されるインク滴の数をより増加させ、各々のインク滴間で印字密度に対応して所定の時間間隔を保つことが可能であるなら、より複数のインク滴を分離形成してシャトルの移動スピードをより速くすることは可能である。

【0071】そこで、インク滴を分離形成する手段について説明する。前述した図11に示す駆動波形の電圧印加時間幅 T_p を一定として印加電圧 V_p の大きさのみを変化させたとき、図9におけるインク滴D0の吐出速度 V_0 、あるいは、インク滴D1の吐出速度 V_1 、インク滴D2の吐出速度 V_2 との関係は図13に示すようになる。

【0072】同図に示すように、インク滴D0は、印加電圧値 V_p を上昇させるに従って吐出速度 V_0 も増加する傾向にあり、更に、印加電圧値 V_p を上昇させることによって、吐出速度 V_0 が4m/sを過ぎたところよりインク滴D0の分離が開始され、図9(c)に示すように、インク滴D1とインク滴D2の2つのインク滴が各々の吐出速度 V_1 、 V_2 をもって飛翔することが分かった。

【0073】そこで、本発明の実施形態では、駆動波形の印加電圧の大きさ(印加電圧値) V_p を調整してインク滴D0の吐出速度 V_0 を4m/s以上に調整することで1つのインク滴から複数のインク滴を分離形成することが可能となり、また、分離形成された2つのインク滴D1、D2の各々の吐出速度 V_1 、 V_2 を駆動波形の印加電圧

の大きさ V_p で調整することで、各々のインク滴間の時間間隔を任意の画像の印字密度(印字間隔)に対応して柔軟に調整することが可能となる。

【0074】また、前述した図11に示す駆動波形における印加電圧値 V_p を一定として、電圧印加時間幅 T_p のみを変化させたときの図9におけるインク滴D0の吐出速度 V_0 、あるいはインク滴D1の吐出速度 V_1 、インク滴D2の吐出速度 V_2 との関係は図14に示すようになる。

【0075】同図に示すように、インク滴D0は、電圧印加時間幅 T_p の増加に伴い、その吐出速度 V_0 が増減する傾向にある。しかしながら、印加電圧値 V_p を変化させた場合と同様に、吐出速度 V_0 が4m/sを過ぎたところで、インク滴D0の分離が開始され、図9(c)に示すようにインク滴D1とインク滴D2の2つのインク滴が各々の吐出速度をもって飛翔する電圧印加時間幅 T_p の領域が存在することが分かった。

【0076】そこで、本発明の他の実施形態では、駆動波形の印加電圧の大きさ(印加電圧値) V_p を調整するとともに、駆動波形の電圧印加時間幅 T_p を調整してインク滴D0の吐出速度 V_0 を4m/s以上に調整することで1つのインク滴から複数のインク滴を分離形成することが可能となり、また、分離形成された2つのインク滴D1、D2の各々の吐出速度 V_1 、 V_2 を駆動波形の電圧印加時間 T_p で調整することで、各々のインク滴間の時間間隔を任意の画像の印字密度(印字間隔)に対応して柔軟に調整することが可能となる。

【0077】また、この駆動波形の電圧印加時間 T_p で調整することで複数のノズルから吐出させる各インク滴を、1滴のまま飛翔させたり、複数のインク滴に分離形成することもできる。

【0078】すなわち、ノズル列方向(副走査方向)に並ぶ複数のノズル(ここでは、ノズルa、b、cとする。)に対して、図15(a)、(b)、(c)に示すように、ノズルaに対しては電圧印加時間 $T_p = T_a$ (図14の T_a)の駆動パルス P_a を、ノズルbに対しては電圧印加時間 $T_p = T_a$ (図14の T_a)の駆動パルス P_b を、ノズルcに対しては電圧印加時間 $T_p = T_b$ (図14の T_b)の駆動パルス P_c を、駆動パルス P_a 、 P_c は同じタイミングで、駆動パルス P_b は駆動パルス P_a に対して時間 T_d 遅らせたタイミングでそれぞれ印加したとする。

【0079】この場合、同図(d)に示すようにノズルaからのインク滴D0は分離させずに1つのインク滴D0のままで印字密度に対応した位置に着弾して印字し、同図(e)に示すようにノズルbからのインク滴D0は分離させずに1つのインク滴D0のままで印字画素位置が δ だけずれた位置に着弾して印字し、同図(f)に示すようにノズルcからインク滴D0は分離して2つのインク滴D1、D2となって一度に複数の印字画素を印字す

る。このように、駆動波形の電圧印加時間幅 T_p を調整することで一定の印字速度を保ったまま各ノズル毎に印字動作を使い分けることも可能となる。

【0080】次に、1つのインク滴から複数のインク滴を分離形成する場合のインクの粘度との関係について説明する。図11の駆動波形における電圧印加時間幅 T_p を一定として印加電圧値 V_p のみを変化させたとき、インクの粘度 $\eta_1 (= 2 \text{ mPa} \cdot \text{s})$ 、 $\eta_2 (= 3 \text{ mPa} \cdot \text{s})$ 、 $\eta_3 (= 4 \text{ mPa} \cdot \text{s})$ と変化させた場合の、図9におけるインク滴D0の吐出速度 V_0 、あるいはインク滴D1の吐出速度 V_1 、インク滴D2の吐出速度 V_2 との関係は図16に示すようになる。

【0081】同図から分かるように、インク滴の粘度 η_1 、 η_2 のときは、同じ印加電圧の大きさ V_p でもインク滴の吐出速度 V_0 、 V_1 、 V_2 に差があるものの、13に示した場合と同様に、印加電圧値 V_p を上昇させるに従い、吐出速度 V_0 が 4 m/s を過ぎたところよりインク滴D0の分離が開始され、図9(c)に示すように、インク滴D1とインク滴D2の2つのインク滴が各々の吐出速度 V_1 、 V_2 をもって飛翔するという同じ現象が現れる。

【0082】これに対し、インク滴の粘度 η_3 とした場合には、ヘッドに最大駆動電圧を印加しても、インク滴D0の分離が開始されない。すなわち、インク滴の粘度を高くしていくとインク滴D0を分離させることが不可能な領域が存在する。

【0083】そこで、本発明の実施形態では、インクの粘度 η を $3 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 程度以下の低い粘度として調整することにより、より低い印加電圧でもって1つのインク滴から複数のインク滴を分離形成する。

【0084】これらの本発明を上述したインクジェットヘッドを備えた本実施形態に係るインクジェット記録装置への適用について説明する。まず、図17(a)に示すような印加電圧値 V_1 の駆動パルスをインクジェットヘッド40の電極55に印加した場合、印加電圧値 V_1 の駆動パルスの各時点 $t_0 \sim t_7$ における非吐出ノズル（インク滴を吐出ししないノズルの意味）となるノズル溝44におけるメニスカスは同図(b)に示すように振動する。また、振動板50と電極55との間には、当接状態となっている間（振動板50が電極55に接触している間）では同図(c)に示すように正負に電流値が振動する形の充放電電流が流れているのが観測される。さらに、加圧室46内の圧力も同図(d)に示すように正負に振動する形の圧力変動が観測される。

【0085】このように、印加電圧値 V_1 の駆動パルスを電極55へ印加したときに、メニスカス、振動板—電極間電流（充放電電流）及び加圧室内圧力に振動現象が起こるのは、前述した図7及び図8で説明したように、振動板50が電極55方向へ撓んで当接状態となると同時に、加圧室46内へノズル溝44側と流体抵抗部47

側から各々インクが流入し、その各インクの流れによって振動板50の当接状態のときに加圧室46内に強い圧力波が発生しているためであることが実験で判明した。

【0086】また、パルス状の電圧のパルス幅（電圧印加時間）を図17の時点 t_0 を基準として時点 $t_1 \sim t_7$ まで変化させた場合、インク滴の吐出特性値（インク滴の吐出速度 V_j と吐出量＝滴体積 M_j ）は図18に示すように変化する。すなわち、パルス幅（電圧印加時間）を変化させることによって、インク滴の吐出特性値が大小に振動することが実験により確認された。

【0087】ここで、インク滴吐出特性値の振動の周期は、加圧室46内の圧力変動の振動周期に対応していることが実験的に確認された。すなわち、図17(d)に示した加圧室内圧力変動波形に見られるように、時点 $t_0 \sim t_1$ までは加圧室46内は負圧状態であり、この場合、図11に示すように、振動板50からの復元力 PP_1 が加圧室46内で発生した負圧力 PP_2 に打ち消されるような状態が起こり、ノズル溝44方向へのインク流速が減少する方向に働くので、その負圧力 PP_2 がより強い時間領域（時点 $t_0 \sim t_1$ の間）では、インク滴は吐出しないという状態が発生する。

【0088】また、時点 t_1 においては振動板50が当接状態となるために、図17(c)に示す充放電電流波形に見られるように時点 t_a の時に当接時に生じる正の電流が流れ、また、圧力変動値（負圧力 PP_2 ）が零となるためにインク滴吐出が開始される。さらに、時点 t_1 から t_3 までは加圧室46内は正圧状態であり、この場合、図20に示すように、振動板50からの復元力 PP_1 に加圧室46内で発生した正圧力 PP_3 が重ね合わされるような状態が起こり、ノズル溝44方向へのインク流速がより増加する方向に働く。

【0089】したがって、このインクジェットヘッドにおいては、振動板50が当接状態となった後（当接後）に加圧室46内に発生する正負の圧力変動の強さに応じてインク滴の吐出特性値（吐出速度、吐出量）が大小に変動し、加圧室46内の正圧力 P_3 がピーク（極大）となる時点 t_2 、 t_6 に対応してインク滴の吐出特性値がピーク（極大）となり、また、加圧室46内の負圧力 PP_2 がピーク（極小）となる時点 t_4 に対応してインク滴の吐出特性値がピーク（極小）となる特性が現れる。

【0090】そこで、このように加圧室46内で発生する正負の圧力変動の強さに応じてインク滴の吐出速度が大小に変動する特性を利用して、インク滴の吐出速度が 4 m/s を超える電圧印加時間幅（パルス幅）の駆動波形を印加することによって、図9(c)に示したように2つのインク滴を各々の吐出速度をもって飛翔させることができる。

【0091】次に、上述したようにして1つのインク滴から複数のインク滴を形成する場合のヘッド周囲温度に基づく補正について説明する。上述した説明では、シャ

トルの移動スピード V_{SH} や上記複数のインク滴が被印字媒体（用紙）上へ着弾する時間間隔（印字周期） T_d が所定の一定値で、外乱による変動がないものとしている。

【0092】しかしながら、実際、インクジェット記録装置を使用する周辺環境によっては、シャトルの移動スピード V_{SH} や、複数のインク滴の被印字媒体上へ着弾する時間間隔（印字周期） T_d が変動し、上記複数のインク滴の被印字媒体上での着弾の位置が所定の位置（所定の印字間隔） δ から外れてしまい印字画素の並びに乱れが生じて画像品質が低下することがある。

【0093】特に、インクジェット記録装置の場合にはインク液を使用するために、図21に示すようにヘッド（印字素子）の周辺温度 T_{mp} の変化に応じて、インク液の粘度 η が大きく変動する。同図の例では、例えば、ヘッド周辺温度が $10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ まで変化した場合、インク液の粘度が約3（ η_1 ） \sim 1.5（ η_2 ）[mPa \cdot s]の値まで、約2倍近くも粘度変化する例を表わしている。

【0094】また、図22は、図21のようなインク液の粘度変化に対する複数（2滴）のインク滴の吐出速度 V_1 、 V_2 の変化の様子を表わすものである。例えば、印字素子の周辺温度が約 40°C 近くの高温（A）となった場合、図21に示すようにインク液の粘度が粘度 $\eta_0 \rightarrow \eta_2$ まで低下するため、一定の同じ駆動電圧波形がヘッドへ印加されている場合には、同図に示すように複数のインク滴の各吐出速度 V_j はより速くなる。その結果、各々複数のインク滴間の時間間隔（印字周期） T_d がより長くなる方向へと変動し、被印字媒体上での印字間隔 δ が所定間隔よりも広がって印字されることになる。

【0095】逆に、ヘッドの周辺温度が約 10°C 近くの低温（B）となった場合には、図21に示すようにインク液の粘度が粘度 $\eta_0 \rightarrow \eta_1$ まで上昇するため、一定の同じ駆動電圧波形が印字素子へ印加されている場合には、同図に示すように複数のインク滴の各吐出速度はより遅くなる。その結果、各々複数のインク滴間の時間間隔（印字周期） T_d がより短くなる方向へと変動し、被印字媒体上での印字間隔 δ が所定間隔よりも狭まって印字されることになる。

【0096】したがって、ヘッドの周辺温度が変化した場合でも、上記複数のインク滴による被印字媒体上での印字間隔 δ が所定値となるように補正（調整）する必要がある。

【0097】ここで、被印字媒体上に上記複数のインク滴を着弾させた場合の各々のインク滴間の印字間隔 δ とシャトルの移動スピード V_{SH} 、複数のインク滴が被印字媒体上へ着弾する時間間隔（印字周期） T_d との関係は、次の（4）式で表わされる。

【0098】

【数4】

$$\delta = V_{SH} \times T_d \quad \dots(4)$$

【0099】すなわち、複数のインク滴による被印字媒体上での印字間隔 δ を所定値となるように調整するためには、シャトルの移動スピード V_{SH} か、あるいは複数のインク滴が被印字媒体上へ着弾する時間間隔（印字周期） T_d か、どちらかを調整することにより、複数のインク滴による印字間隔 δ を所定値へと効果的に補正することができる。

【0100】そこで、本発明では、先ずキャリッジ13の移動速度（キャリッジ速度）であるシャトルの移動スピード V_{SH} を調整して印字間隔 δ を補正する。すなわち、図22に示すようにヘッド周辺温度が変化してインク液の粘度が変動し、上記複数のインク液間による印字周期 T_d がある所定の印字周期 T_{d0} から短い印字周期 T_{d1} や長い印字周期 T_{d2} に変動した場合の、複数のインク滴による印字間隔 δ とシャトルの移動スピード V_{SH} との関係は図23に示ようになる。

【0101】例えば、ヘッド周辺温度 T_{mp} が低下してインク液の粘度が高くなった場合、複数のインク滴間による印字周期 T_d が初期の所定の印字周期 T_{d0} よりも短い印字周期 T_{d1} の方へ変動する。このとき、シャトルの移動スピード V_{SH} が初期の所定の移動スピード V_{SH0} のままであれば、複数のインク滴による印字間隔が狭くなる（ δ_0 （a点） $\rightarrow \delta_1$ （c点）へ変動する）。その結果、被印字媒体3上での印字密度が高くなり、比較的印字濃度の高い品質の画像が得られるものの、画像滲みや文字潰れ等が発生してしまい適正な画像が得られなくなってしまうおそれがある。

【0102】また、逆にヘッド周辺温度 T_{mp} が上昇してインク液の粘度が低くなった場合、複数のインク滴間による印字周期 T_d が初期の所定の印字周期 T_{d0} よりも長い印字周期 T_{d2} の方へ変動する。このとき、シャトルの移動スピード V_{SH} が初期の所定の移動スピード V_{SH0} のままであれば、複数のインク滴による印字間隔が狭くなる（ δ_0 （a点） $\rightarrow \delta_2$ （b点）へ変動する）。その結果、被印字媒体3上での印字密度が低下して、比較的印字濃度の低い品質の画像となってしまうおそれがある。

【0103】そこで、上記所定の印字間隔 δ_0 を保って適正な画像を得るために、インク液の粘度変化により複数のインク滴間による印字周期 T_d が短い印字周期 T_{d1} になった場合には、図23に示すようにシャトルの移動スピード V_{SH} を初期の移動スピード V_{SH0} よりも速い移動スピード V_{SH1} の方へ調整し、また、複数のインク滴間による印字周期 T_d が長い印字周期 T_{d2} になった場合には、同図に示すようにシャトルの移動スピード V_{SH} を初期の移動スピード V_{SH0} よりも遅い移動スピード V_{SH2} の方へ補正することで、初期の適正な印字間隔 δ_0 を保って印字することが可能となる。

【0104】このようなシャトルの移動スピード V_{SH} の

補正は、キャリッジ13を移動させる主走査モータ17にドライバ89から印加する駆動信号の周波数を変化させることで行うことができる。

【0105】すなわち、前記(3)式で表わされるように、シャトルの移動スピードVSHはヘッドを駆動するための駆動波形の最高駆動周波数と被印字媒体上の画像の印字密度(印字間隔)とによって左右され、通常は、ヘッド14を駆動するための駆動波形の最高周波数と、主走査モータ17を駆動するための駆動信号の最高周波数とを1対1で同期させて印字している。

【0106】したがって、図23に示すような場合には、インク液の粘度変化による複数のインク滴間での印字周期Tdの変動に伴い、ヘッド14を駆動する駆動波形の最高周波数を補正する必要があり、これに同期して主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数を補正することで、シャトルの移動スピードVSHを補正することができる。

【0107】例えば、ヘッド周辺温度Tmpが上昇した場合には、インク液の粘度が低下して複数のインク滴間の印字周期Tdが長くなるため、シャトルの移動スピードVSHを遅く補正する必要がある。そこで、ヘッド14を駆動する駆動波形の最高周波数と、その周波数に同期した主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数*

$$F_{\max} = V_{SH} / \delta = 1 / T_d \quad \dots (5)$$

【0112】すなわち、主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数Fmaxを複数のインク滴間での印字周期Tdの逆数に等しい値に設定することにより、より確実に所定の適正な印字間隔δを保つことが可能になる。

【0113】次に、本発明の他の実施形態では、ヘッド14に印加する駆動波形のパラメータを補正して印字間隔δを補正する。すなわち、シャトルの移動スピードVSHがある所定の移動スピードVSH0で一定である場合に、図22に示すようにヘッド周辺温度Tmpが変動してインク液の粘度が変動し、上記複数のインク液間による印字周期Tdが初期の所定の印字周期Td0から短い印字周期Td1や長い印字周期Td2の方へ変動した場合、複数のインク滴による印字間隔δと複数のインク滴間での印字周期Tdとの関係は図24に示すようになる。したがって、前記(4)式に基づいて複数のインク滴間での印字周期Tdを補正することによって印字間隔δを所定値に補正することができる。

【0114】この例でも、前記図23で説明したと同様に、例えば、ヘッド周辺温度Tmpが低下してインク液の粘度が高くなった場合、複数のインク滴間による印字周期Tdが初期の所定の印字周期Td0よりも短い印字周期Td1の方へ変動する。シャトルの移動スピードVSHが初期の所定の移動スピードVSH0のままの場合には、複数のインク滴による印字間隔が狭くなる(δ0(d点)→δ1(f点)へ変動する)。その結果、被印字媒

*とを低下させる。

【0108】また、逆に、ヘッド周辺温度Tmpが低下した場合には、インク液の粘度が上昇して複数のインク滴間の印字周期Tdが短くなるため、シャトルの移動スピードVSHを速く補正する必要がある。そこで、ヘッド14を駆動する駆動波形の最高周波数と、その周波数に同期した主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数とを増加させる(高くする)。

【0109】ただし、この場合には、主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数の設定値を、その分離したインク滴の数に応じて変化させる必要がある。例えば、1つのインク滴が分離してn個のインク滴となった場合には、主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数はn倍の周波数に設定する必要がある。

【0110】また、ヘッド周辺温度Tmpの変化に伴い、上記複数のインク滴間での印字周期Tdが変動し、そのため上記のように主走査モータ17を駆動する駆動信号の最高周波数Fmaxを設定・調整する際に、その印字周期Tdと最高周波数Fmaxとの関係を、前記(3)式及び(4)式より、次の(5)式のような関係となるように周波数を設定・調整することもできる。

【0111】

【数5】

$$\dots (5)$$

体3上での印字密度が高くなり、比較的印字濃度の高い品質の画像が得られるものの、画像滲みや文字潰れ等が発生してしまい適正な画像が得られなくなってしまうことがある。

【0115】また、逆に、ヘッド周辺温度印字素子周辺の温度Tmpが上昇してインク液の粘度が低くなった場合、複数のインク滴間による印字周期Tdが初期の所定の印字周期Td0よりも長い印字周期Td2の方へ変動する。シャトルの移動スピードVSHが初期の所定の移動スピードVSH0のままの場合には、複数のインク滴による印字間隔が広くなる(δ0(d点)→δ2(e点)へ変動する)。その結果、被印字媒体3上での印字密度が低下して、比較的印字濃度の低い品質の画像となってしまうことがある。

【0116】そこで、上述したようにシャトルの移動スピードVSHを補正して複数のインク滴による印字間隔δを補正したが、この場合には、シャトルの移動スピードVSHが変動するため、常にヘッド周辺の環境温度によって印字速度が変動することになり、場合によっては印字速度が低下するおそれがある。

【0117】そのため、ここでは、印字速度が変動することなく上記所定の印字間隔δを保って適正な画像を得るために、ヘッド周辺温度Tmpが変化してインク液の粘度が変動しても複数のインク滴間による印字周期Tdが変動しないように、その変動した印字周期Tdを直接補正して印字する。より具体的には、ヘッドに印加す

る駆動波形のパラメータを補正する（補正したパラメータの駆動波形を生成出力する）ことにより、変動した印字周期 T_d を直接補正する。

【0118】 先ず、駆動波形の電圧立ち下り時間幅 T_f を補正して印字周期 T_d を補正する例について図 25 及び図 26 を参照して説明する。駆動波形における印加電圧の大きさ（印加電圧値） V_p や電圧印加時間幅 T_p の長さを一定とし、電圧立ち下り時間幅 T_f のみを変化させたとき、各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ との関係は図 25 に示ようになる。

【0119】 同図では、ヘッド周辺温度 T_{mp} の変化の違いにより、（a）初期温度時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ の変化、（b）高温時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1H$ 、 $V2H$ の変化、（c）低温時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1L$ 、 $V2L$ の変化の 3 通りの温度状態での変化の様子を表わしている。

【0120】 同図に示すように、どの温度状態においても、電圧立ち下り時間幅 T_f の増加に伴い各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ は次第に減少する特性を有しており、特にインク滴の吐出速度が約 4 m/s 以下とな

るところより、インク滴の分離が見られなくなる。

【0121】 また、ヘッド周辺温度の違いにより、各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ が異なり、例えば、駆動電圧波形での初期の電圧立ち下り時間幅 T_{f0} が一定で、同図に示すようにヘッド周辺温度が高温となったときにはインク滴の吐出特性が変化し、各インク滴間の印字周期 T_{d2} が初期温度での印字周期 T_{d0} よりも長くなってしまう（これを符号 $\langle A \rangle$ で表す）。また、逆に、ヘッド周辺温度 T_{mp} が低温となったときにも同様にインク滴の吐出特性が変化し、各インク滴間の印字周期 T_{d1} が初期温度での印字周期 T_{d0} よりも短くなってしまう（これを符号 $\langle B \rangle$ で表す）。

【0122】 そこで、上記図 23 に示すような特性を利用し、ヘッドに印加する駆動波形の電圧立ち下り時間幅 T_f を変化させることで、ヘッド周辺温度の温度変化に応じて変動する印字周期 T_{d1} 、 T_{d2} を初期の所定の印字周期 T_{d0} へと調整することができる。

【0123】 すなわち、ヘッド周辺温度 T_{mp} が上昇した場合（高温となった場合）には、電圧立ち下り時間幅 T_f を初期の設定幅 T_{f0} よりも長くしていくことにより、図 25 に示すように、長くなった印字周期 T_d を次第に短くしていくことができ、更に電圧立ち下り時間幅を T_{f1} まで長くすることで、初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させることができる。

【0124】 また、逆にヘッド周辺温度 T_{mp} が低下した場合（低温となった場合）には、電圧立ち下り時間幅 T_f を初期の設定幅 T_{f0} よりも短くしていくことにより、図 25 に示すように、短くなった印字周期 T_d を次第に長くしていくことができ、更に電圧立ち下り時間幅を T_{f2} まで短くすることで、初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させることができる。

T_{d0} に一致補正させることができる。

【0125】 例えば、同図の例では、初期の電圧立ち下り時間幅を T_{f0} とし、その時の 2 つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ をそれぞれ、 $V1S = 10\text{ m/s}$ 、 $V2S = 7.8\text{ m/s}$ とした場合には、初期温度での各インク滴間での時間差（印字周期 T_{d0} は約 $28.2\text{ }\mu\text{s}$ となる。

【0126】 ヘッド周辺温度 T_{mp} が上昇し（高温となり）、インク液の粘度 η が低下して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、電圧立ち下り時間幅 T_f をより長い時間幅 T_{f1} にすることで 2 つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1H$ 、 $V2H$ を初期の各吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ とほぼ等しい吐出速度 V_j に補正することができ、高温時での各インク滴間の印字周期 T_d を初期温度での印字周期 T_{d0} にほぼ一致させることができる。

【0127】 また、逆にヘッド周辺温度 T_{mp} が低下し（低温となり）、インク液の粘度 η が増加して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、電圧立ち下り時間幅 T_f をより短い時間幅 T_{f2} にすることで 2 つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1L$ 、 $V2L$ を初期の各吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ とほぼ等しい吐出速度 V_j に補正することができ、低温時での各インク滴間の印字周期 T_d を初期温度での印字周期 T_{d0} にほぼ一致させることができる。

【0128】 そこで、図 26 に示すように、駆動波形における印加電圧の大きさ V_p と電圧印加時間幅 T_p の長さを一定とし、同図（a）に示すように電圧立ち下り時間幅 T_{f0} とした駆動波形と、同図（b）に示すように電圧立ち下り時間幅 T_{f0} よりも長い電圧立ち下り時間幅 T_{f1} の駆動波形と、同図（c）に示すように電圧立ち下り時間幅 T_{f0} よりも短い電圧立ち下り時間幅 T_{f2} の駆動波形の各データを ROM 81 に予め格納しておく。

【0129】 そして、温度センサ 90 からの検知信号に基づいてヘッド周辺温度 T_{mp} を検出して、ヘッド周辺温度 T_{mp} が初期温度のときには同図（a）に示す電圧立ち下り時間幅 T_{f0} の駆動波形データを読み出して波形生成回路 87 に与えてヘッド 14 に印加させる。また、ヘッド周辺温度 T_{mp} が高温のときには同図（b）に示すように電圧立ち下り時間幅 T_{f1} の駆動波形データを読み出して波形生成回路 87 に与えてヘッド 14 に印加させる。さらに、また、ヘッド周辺温度 T_{mp} が低温のときには同図（c）に示すように電圧立ち下り時間幅 T_{f2} の駆動波形データを読み出して波形生成回路 87 に与えてヘッド 14 に印加させる。

【0130】 このようにして、駆動波形のパラメータのうちの電圧立ち下り時間幅 T_f の長さを補正すること

で、変動した印字周期 T_d を直接補正することができ、ヘッド周囲の環境温度が変動した場合でも印字速度を常に一定な状態として印字することができる。

【0131】次に、駆動波形の電圧印加時間幅 T_p を補正して印字周期 T_d を補正する例について図27及び図28を参照して説明する。駆動波形における印加電圧の大きさ（印加電圧値） V_p や電圧立ち下り時間幅 T_f を一定とし、電圧印加時間幅 T_p のみを変化させたとき、各インク滴D1、D2の吐出速度 V_1 、 V_2 との関係は図27に示すようになる。

【0132】同図では、ヘッド周辺温度 T_{mp} の変化の違いにより、（a）初期温度時での各インク滴D1、D2の吐出速度 V_{1S} 、 V_{2S} の変化、（b）高温時での各インク滴D1、D2の吐出速度 V_{1H} 、 V_{2H} の変化、（c）低温時での各インク滴D1、D2の吐出速度 V_{1L} 、 V_{2L} の変化の3通りの温度状態での変化の様子を表わしている。

【0133】同図に示すように、どの温度状態においても、電圧印加時間幅 T_p の増減に伴い各インク滴D1、D2の吐出速度 V_1 、 V_2 も増減する特性を有しており、特にインク滴の吐出速度が約 4 m/s 以下となるとこ

より、インク滴の分離が見られなくなる。

【0134】また、ヘッド周辺温度の違いにより、各インク滴D1、D2の吐出速度 V_1 、 V_2 が異なり、例えば、駆動電圧波形での初期の電圧印加時間幅 T_{p0} が一定で、同図に示すようにヘッド周辺温度 T_{mp} が高温となったときにはインク滴の吐出特性が変化して、この例の場合にはインク滴の吐出速度が 4 m/s 以下となつてしまい、インク滴の分離が見られない状態へと変動する

（これを符号<A>で表す）。また、逆に、ヘッド周辺温度 T_{mp} が低温となったときにも同様にインク滴の吐出特性が変化し、各インク滴間の印字周期 T_d が初期温度での印字周期 T_{d0} よりも短くなる方へ変動する。

（これを符号で表す）。

【0135】そこで、上記図27に示すような特性を利用し、ヘッドに印加する駆動波形の電圧印加時間幅 T_p を変化させることで、ヘッド周辺温度の温度変化に応じて変動する印字周期 T_d を初期の所定の印字周期 T_{d0} へと調整することができる。

【0136】すなわち、ヘッド周辺温度 T_{mp} が上昇した場合（高温となった場合）には、電圧印加時間幅 T_p を初期の設定幅 T_{p0} よりも短くしていくことにより、図27に示すように、インク滴の分離が見られなくなった状態からインク滴を分離形成し、更に印字周期 T_d を次第に短くしていくことができ、更に電圧印加時間幅を T_{p1} まで短くすることで、初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させることができる。

【0137】また、逆にヘッド周辺温度 T_{mp} が低下した場合（低温となった場合）には、電圧印加時間幅 T_p を初期の設定幅 T_{p0} よりも長くしていくことにより、図27に示すように、短くなった印字周期 T_d を次第に

長くしていくことができ、更に電圧印加時間を T_{p2} まで長くすることで、初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させることができる。

【0138】例えば、同図の例では、初期の電圧印加時間幅を T_{p0} とし、その時の2つのインク滴D1、D2の吐出速度 V_{1S} 、 V_{2S} をそれぞれ、 $V_{1S} = 9.5\text{ m/s}$ 、 $V_{2S} = 6.8\text{ m/s}$ とした場合には、初期温度での各インク滴間での時間差（印字周期 T_{d0} は約 $41.7\text{ }\mu\text{s}$ と

10 【0139】ヘッド周辺温度 T_{mp} が上昇し（高温となり）、インク液の粘度 η が低下して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、電圧印加時間幅 T_p をより短い時間幅 T_{p1} にすることで2つのインク滴D1、D2の吐出速度 V_{1S} 、 V_{2S} を変化させることができ、例えば $V_{1H} = 12\text{ m/s}$ 、 $V_{2H} = 8\text{ m/s}$ に各吐出速度を調整することにより、高温時での各インク滴間の印字周期 T_d を約 $41.7\text{ }\mu\text{s}$ とすることができ、初期温度での印字周期 T_{d0} と全く一致させることができる。

【0140】また、逆にヘッド周辺温度 T_{mp} が低下し（低温となり）、インク液の粘度（ η ）が増加して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、電圧印加時間幅 T_p をより長い時間幅 T_{p2} にすることで2つのインク滴D1、D2の吐出速度 V_{1S} 、 V_{2S} を変化させることができ、例えば $V_{1L} = 7.5\text{ m/s}$ 、 $V_{2L} = 5.7\text{ m/s}$ に各吐出速度を調整することにより、低温時での各インク滴間の印字周期 T_d を約 $41.7\text{ }\mu\text{s}$ とすることができ、初期温度での印字周期 T_{d0} と全く一致させることができる。

【0141】そこで、図28に示すように、駆動波形における印加電圧の大きさ V_p と電圧立ち下り時間幅 T_f （ $T_f = 0$ ）を一定とし、同図（a）に示すように電圧印加時間幅 T_{p0} とした駆動波形と、同図（b）に示すように電圧印加時間幅 T_{p0} よりも短い電圧印加時間幅 T_{p1} の駆動波形と、同図（c）に示すように電圧印加時間幅 T_{p0} よりも長い電圧印加時間幅 T_{p2} の駆動波形の各データをROM81に予め格納しておく。

【0142】そして、温度センサ90からの検知信号に基づいてヘッド周辺温度 T_{mp} を検出して、ヘッド周辺温度 T_{mp} が初期温度のときには同図（a）に示す電圧印加時間幅 T_{p0} の駆動波形データを読み出して波形生成回路87に与えてヘッド14に印加させる。また、ヘッド周辺温度 T_{mp} が高温のときには同図（b）に示すように電圧印加時間 T_{p1} の駆動波形データを読み出して波形生成回路87に与えてヘッド14に印加させる。さらに、ヘッド周辺温度 T_{mp} が低温のときには同図（c）に示すように電圧印加時間幅 T_{p2} の駆動波形データを読み出して波形生成回路87に与えてヘッド14

に印加させる。

【0143】このようにして、駆動波形のパラメータのうちの電圧印加時間 T_p の長さを補正することで、変動した印字周期 T_d を直接補正することができ、ヘッド周囲の環境温度が変動した場合でも印字速度を常に一定な状態として印字することができる。

【0144】次に、駆動波形の印加電圧の大きさ（印加電圧値） V_p を補正して印字周期 T_d を補正する例について図29及び図30を参照して説明する。駆動波形における電圧印加時間幅 T_p や電圧立ち下り時間幅 T_f を一定とし、印加電圧値 V_p のみを変化させたとき、各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ との関係は図29に示すようになる。

【0145】ここでも、同図では、ヘッド周囲温度 T_{mp} の変化の違いにより、（a）初期温度時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ の変化、（b）高温時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1H$ 、 $V2H$ の変化、（c）低温時での各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1L$ 、 $V2L$ の変化の3通りの温度状態での変化の様子を表わしている。

【0146】同図では、どの温度状態においても、印加電圧値 V_p の増加させるに伴い、各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ が増加する特性を有している。特にインク滴の吐出速度 $V0$ が約 4 m/s を過ぎたところよりインク滴 $D0$ の分離が開始され、図9（c）のようにインク滴 $D1$ とインク滴 $D2$ の2つのインク滴が各々の吐出速度をもって飛翔するようになる。

【0147】また、同図においてもヘッド周囲温度の違いにより、各インク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1$ 、 $V2$ が異なり、例えば、駆動波形での初期の印加電圧値 V_{p0} が一定で、図のようにヘッド周囲温度 T_{mp} が高温となったときにはインク滴の吐出特性が変化し、各インク滴間の印字周期 T_d が初期温度での印字周期 T_{d0} よりも長くなる（これを符号<A>で表す）。また、逆にヘッド周囲温度が低温となったときにも同様にインク滴の吐出特性が変化し、各インク滴間の印字周期 T_d が初期温度での印字周期 T_{d0} よりも短くなる（これを符号で表す）。

【0148】そこで、上記図29のような特性を利用し、ヘッド14に印加する駆動波形の印加電圧値 V_p を変化させることで、ヘッド周囲の温度変化に応じて変動する印字周期 T_{d1} 、 T_{d2} を初期の所定の印字周期 T_{d0} へと補正する。

【0149】すなわち、より具体的には、ヘッド周囲温度 T_{mp} が上昇した場合（高温となった場合）には、印加電圧値 V_p を初期の設定幅 V_{p0} よりも低下させていくことにより、図29のように長くなった印字周期を次第に短くしていくことができ、更に印加電圧値 V_{p1} まで低下させることで初期の所定の印字周期 T_{d0} にほぼ一致補正させることができる。

【0150】また、逆にヘッド周囲温度 T_{mp} が低下した場合（低温となった場合）には、印加電圧値 V_p を初期の設定幅 V_{p0} よりも上昇させていくことにより、図29のように短くなった印字周期を次第に長くしていくことができ、更に印加電圧値 V_{p2} まで上昇させることで初期の所定の印字周期 T_{d0} にほぼ一致補正させることができる。

【0151】例えば、同図の例では、初期の印加電圧値を V_{p0} とし、そのときの2つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ をそれぞれ、 $V1S=9\text{ m/s}$ 、 $V2S=7\text{ m/s}$ とした場合には、初期温度での各インク滴間の時間差（印字周期） T_{d0} は約 $32\text{ }\mu\text{s}$ となる。

【0152】ここで、ヘッド周囲温度 T_{mp} が上昇し（高温となり）、インク液の粘度 η が低下して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、印加電圧値 V_p をより低下させた印加電圧値 V_{p1} にすることで2つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1H$ 、 $V2H$ を初期の各吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ とほぼ等しい吐出速度に補正することができ、高温時での各インク滴間の印字周期 T_d を初期温度での印字周期 T_{d0} にほぼ一致させることができる。

【0153】また、逆にヘッド周囲温度が低下し（低温となり）、インク液の粘度 η が増加して各インク滴間の印字周期が変動し、その変動した印字周期を初期の所定の印字周期 T_{d0} に一致補正させたい場合には、印加電圧値 V_p をより上昇させた印加電圧値 V_{p2} とすることで2つのインク滴 $D1$ 、 $D2$ の吐出速度 $V1L$ 、 $V2L$ を初期の各吐出速度 $V1S$ 、 $V2S$ とほぼ等しい吐出速度に補正することができ、低温時での各インク滴間の印字周期 T_d を初期温度での印字周期 T_{d0} にほぼ一致させることができる。

【0154】そこで、図30に示すように、駆動波形における電圧印加時間幅 T_p と電圧立ち下げ時間幅 T_f （ $T_f=0$ ）を一定とし、同図（a）に示すように印加電圧値 V_{p0} とした駆動波形と、同図（b）に示すように印加電圧値 V_{p0} よりも低い印加電圧値 V_{p1} の駆動波形と、同図（c）に示すように印加電圧値 V_{p0} よりも高い印加電圧値 V_{p2} の駆動波形の各データをROM81に予め格納しておく。

【0155】そして、温度センサ90からの検知信号に基づいてヘッド周囲温度 T_{mp} を検出して、ヘッド周囲温度 T_{mp} が初期温度のときには同図（a）に示す印加電圧値 V_{p0} の駆動波形データを読み出して波形生成回路87に与えてヘッド14に印加させる。また、ヘッド周囲温度 T_{mp} が高温のときには同図（b）に示すように印加電圧値 V_{p1} の駆動波形データを読み出して波形生成回路87に与えてヘッド14に印加させる。さらに、ヘッド周囲温度 T_{mp} が低温のときには同図（c）に示すように印加電圧値 V_{p2} の駆動波形データを読み

出して波形生成回路 87 に与えてヘッド 14 に印加させる。

【0156】このようにして、駆動波形のパラメータのうちの印加電圧値 V_p を補正することで、変動した印字周期 T_d を直接補正することができ、ヘッド周囲の環境温度が変動した場合でも印字速度を常に一定な状態として印字することができる。

【0157】また、このように印加電圧値 V_p をヘッド周辺温度に基づいて補正する場合には、印加電圧値 V_p に対する各インク滴 D_1 、 D_2 の吐出速度 V_1 、 V_2 の変化の傾きが電圧立下り時間 T_f 或いは電圧印加時間幅 T_p を補正する場合に比べて緩やかであり、したがって、その分、印加電圧値 V_p をより細かく調整できるため、上記印字周期 T_d をより簡易に精度よく調整できる利点がある。また、1つの駆動波形での電圧印加時間の長さが変わらないため、他の調整方法に比べて印加できる最高駆動周波数のレンジが高く、より高い駆動周波数での印字動作が可能となり、より高速に印字することができる。

【0158】よって、ヘッド周辺温度の変化に対して各インク滴間の印字周期を補正する方法としては、印加電圧値 V_p を補正することが最も好ましい。

【0159】次に、本発明の他の実施形態に係るインクジェット記録装置について図 31 をも参照して説明する。このインクジェット装置は、印字部 101 と、ホストから送られた画像信号に基づいて印字部 101 を制御するコントローラ部 102 とから構成される。印字部 101 は、前述した実施形態とほぼ同様に、印字紙 103 を搬送するプラテンや、インクを貯蔵するためのインクタンクや、そのインクタンクよりインクを供給するチューブ等を有し、そのインク供給チューブを介して印字素子（ヘッド）104 にインクを供給する。圧力発生手段（駆動手段）を備えた印字素子 104 は、キャリッジ 105 に搭載されており、キャリッジ 105 はモータ 107 を駆動することにより、印字紙 103 の搬送方向と直交する方向に移動する（前述した図 10 と同様である。）。

【0160】印字部 101 を制御するコントローラ部 102 は、印字演算制御手段（CPU）111、記憶手段 112、計時手段 113、受信ポート 114、印字パターン格納手段 115、ヘッド駆動回路部 116、ドライバ 117、インク吐出速度調整手段 118、ヘッド 104 の周辺温度を検出する温度センサ 119 等からなる。

【0161】記憶手段 112 は、画像信号に含まれる印字コマンド等を記憶する RAM、各部を制御するプログラム等が記憶されている ROM 等で構成しており、CPU 111 は記憶手段 112 内に記憶したプログラムに沿ってコントローラ部 102 の各部を制御する。計時手段 113 は、タイマー等からなり、印字する際のシーケンス制御するためのタイマーアップ信号の出力や、フラグをたてて所定時間の経過を知らしめる手段である。

【0162】受信ポート 114 は、ホストからの画像信号を受信するためのシリアルもしくはパラレルの通信ポートであり、この受信ポート 114 で受信された画像信号に含まれる画像データを、例えば RAM 等からなる印字パターン格納手段 115 に格納する。印字パターン格納手段 115 を RAM で構成した場合、アドレス信号、リード・ライト信号を用いて、印字演算処理手段（CPU）111 で指定されたアドレスのデータを順次出力することとなる。

【0163】ヘッド駆動回路部 116 のチャンネル手段 121 は、CPU 111 からの信号に基づいてインク滴を吐出させるチャンネルを選択する。駆動信号生成手段 122 は、チャンネル選択手段 121 で選択されたデータ出力に基づいて、各ノズルの駆動データ信号を生成するものであり、各ノズルの駆動手段に与える図 11 に示すような印加電圧値 V_p 、電圧印加時間幅 T_p 、及び印加開始タイミングが規定された駆動波形を生成して出力する。すなわち、駆動波形は、印字演算処理手段（CPU）111 から出力されるタイミングパルスに同期して出力する。ドライバ 123 は、駆動信号生成手段 122 から出力される駆動信号を昇圧し、ヘッド 104 の所要の駆動手段に対して駆動波形を印加する。

【0164】ドライバ 117 はモータ 107 を駆動するためのドライバであり、CPU 111 はドライバ 117 を介してモータ 107 を駆動制御する。

【0165】吐出速度調整手段 118 は、CPU 111 から出力される画像信号データに対応したタイミングパルスに応じて駆動信号生成手段 122 で生成する駆動信号を、1つのインク滴から複数のインク滴が分離形成される吐出速度でインク滴を吐出させる信号に調整する。これにより、図 9 で説明したように 1つのインク滴から複数のインク滴を分離形成することが可能となる。

【0166】そして、キャリッジ速度（シャトル移動スピード） V_{SH} を補正して印字間隔を補正する場合には、CPU 111 が温度センサ 119 からの検知信号によってヘッド周辺温度を検出して、この検出結果に基づいて前述したようにキャリッジ 13 を移動走査させるモータ 107 に対する駆動信号の周波数を補正する。

【0167】また、駆動波形のパラメータ（電圧立下り時間 T_f 、電圧印加時間幅 T_p 、印加電圧値 V_p ）を補正して印字間隔を補正する場合には、CPU 111 が温度センサ 119 からの検知信号によってヘッド周辺温度を検出して、この検出結果に基づいて吐出速度調整手段 118 に与える駆動波形のパラメータを補正する。

【0168】なお、上記実施形態において、インクジェットヘッドのノズル、加圧室、流体抵抗部、共通流路液室の形状、配置、形成方法は適切に変更することができる。例えば、上記実施形態においては、ノズルを振動板の変位方向と交差する方向にインク滴が吐出するように形成したエッジシュータ方式のインクジェットヘッドで

あるが、ノズルを振動板の変位方向にインク滴が吐出するように形成したサイドシュータ方式のインクジェットヘッドでもよい。また、インクジェットヘッドが静電型インクジェットヘッドである場合を例にして説明しているが、ピエゾ型或いはバブル型インクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置にも同様に適用することができる。

【0169】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るインクジェット記録装置によれば、ヘッドの駆動手段に対してノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離される駆動波形を印加する手段と、ヘッドの周囲温度に基づいて複数のインク滴の被印字記録媒体上での印字間隔を補正する補正手段を備えたので、周囲温度の変化に影響されることなく、高速記録、高密度記録が可能になって、より安定した画像品質が得られる。

【0170】ここで、駆動波形はノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度でインク滴を吐出させる波形であることで、より簡単な構成で、印字密度の高い品質の画像を高速で記録することができる。

【0171】この場合、駆動波形の電圧値がノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されるか、或いは、駆動波形の電圧印加時間がノズルから吐出された1つのインク滴が飛翔中に複数のインク滴に分離する吐出速度になる値に設定されることで、より簡易で安価に高速印字することができ、また、任意の印字密度に対しても柔軟に印字速度を調整することが可能になる。

【0172】また、補正手段はヘッドの主走査方向への移動速度を補正することで、簡単な構成でヘッドの周囲温度に基づいて複数のインク滴の被印字記録媒体上での印字間隔を補正することができる。

【0173】この場合、補正手段はヘッドを移動させるための駆動信号の周波数を補正することで、簡単な構成でヘッドの周囲温度に基づいて複数のインク滴の被印字記録媒体上での印字間隔を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときに駆動信号の周波数を低下させ、周囲温度が低くなったときに駆動信号の周波数を増加させることで、印字間隔を略一定に補正することができる。この場合、補正手段は駆動信号の最高周波数値を、周囲温度に対応して変化する複数のインク滴間の時間差の逆数に等しい周波数値に一致させることで、より正確に印字間隔を略一定に補正することができる。

【0174】さらに、補正手段は複数のインク滴が着弾するまでの複数のインク滴間の時間差を補正することで、記録速度の変動を伴うことなく、簡単な構成で印字間隔を補正することができる。

【0175】この場合、補正手段は駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を補正することで、記録速度の変動、低下を伴うことなく、簡単な構成で印字間隔を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を長くし、周囲温度が低くなったときには駆動波形の電圧立ち下げ時間幅を短くすることで、印字間隔を略一定に補正することができる。

【0176】また、補正手段は駆動波形の電圧印加時間幅を補正することで、記録速度の変動、低下を伴うことなく、簡単な構成で印字間隔を補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の電圧印加時間幅を短くし、周囲温度が低くなったときには駆動波形の電圧印加時間幅を長くすることで、印字間隔を略一定に補正することができる。

【0177】さらに、補正手段は駆動波形の印加電圧値を補正することで、記録速度の変動、低下を伴うことなく、簡単な構成で印字間隔をより高精度に、かつ高い駆動周波数で補正することができる。ここでは、補正手段は周囲温度が高くなったときには駆動波形の印加電圧値を低くし、周囲温度が低くなったときには駆動波形の印加電圧値を高くすることで、印字間隔を略一定に補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図2】同機構部の側面説明図

【図3】同記録装置のヘッドの一例を示す振動板長手方向の断面説明図

【図4】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面説明図

【図5】同記録装置の制御部の一例を示すブロック図

【図6】同記録装置のヘッド駆動制御部に係る部分のブロック図

【図7】同ヘッドの振動板当接までの動作の説明に供する説明図

【図8】同ヘッドの振動板復元からの動作の説明に供する説明図

【図9】本発明に係るインク滴形成過程を説明する説明図

【図10】本発明を適用した場合のドット形成位置の説明に供する説明図

【図11】駆動波形の説明に供する説明図

【図12】印字密度とシャトルスピード（キャリッジ速度）及び駆動周波数の関係を説明する説明図

【図13】印加電圧値とインク吐出速度との関係の一例の説明に供する説明図

【図14】電圧印加時間幅とインク吐出速度との関係の一例の説明に供する説明図

【図15】電圧印加時間幅及び印加開始タイミングを変

化させたときの形成ドットの例を説明する説明図

【図16】印加電圧値、インク粘度とインク吐出速度との関係の一例の説明に供する説明図

【図17】このインクジェットヘッドにおける駆動波形と各部の状態推移の説明に供する説明図

【図18】駆動波形のパルス幅とインク滴吐出特性値の説明に供する説明図

【図19】同ヘッドの圧力変動の説明に供する説明図

【図20】同ヘッドの圧力変動の説明に供する説明図

【図21】ヘッド周囲温度とインク粘度との関係を説明する説明図

【図22】インク粘度とインク滴吐出速度との関係を説明する説明図

【図23】シャトル移動スピードと印字間隔との関係を説明する説明図

【図24】複数のインク滴間の印字周期と印字間隔との関係を説明する説明図

【図25】電圧立ち下げ時間とインク滴の吐出速度の関係を説明する説明図

【図26】電圧立ち下げ時間の異なる駆動波形を説明す*20

* 説明図

【図27】電圧印加時間幅とインク滴の吐出速度の関係を説明する説明図

【図28】電圧印加時間幅の異なる駆動波形を説明する説明図

【図29】印加電圧値とインク滴の吐出速度の関係を説明する説明図

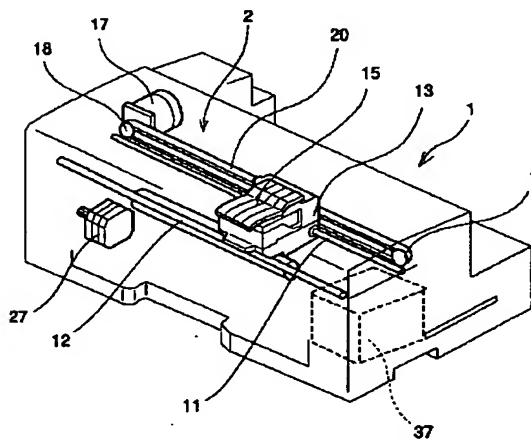
【図30】印加電圧値の異なる駆動波形を説明する説明図

【図31】本発明の第2実施形態に係るインクジェット記録装置の制御部のブロック図

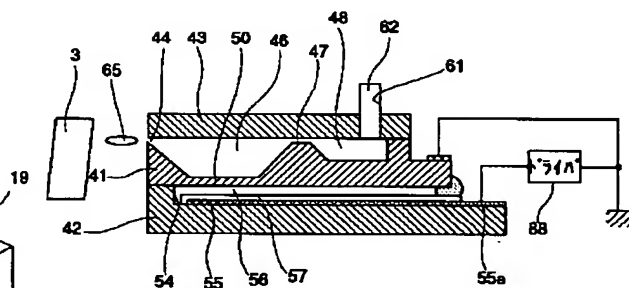
【符号の説明】

13…キャリッジ、14…ヘッド、24…搬送ローラ、33…排紙ローラ、40…インクジェットヘッド、41…第1基板、42…第2基板、43…第3基板、44…ノズル溝、46…加圧室、47…流体抵抗部、48…共通流路液室、50…振動板、55…電極、87…波形生成回路、88…ヘッド駆動回路、90…温度センサ、118…吐出速度調整手段。

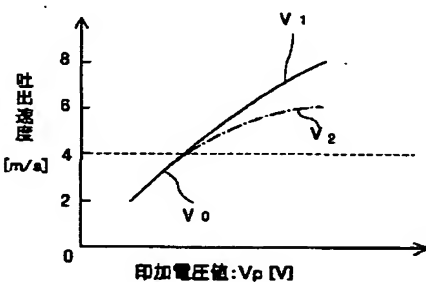
【図1】



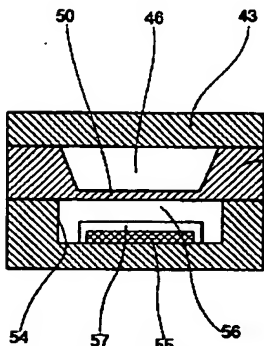
【図3】



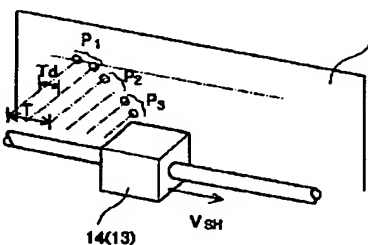
【図13】



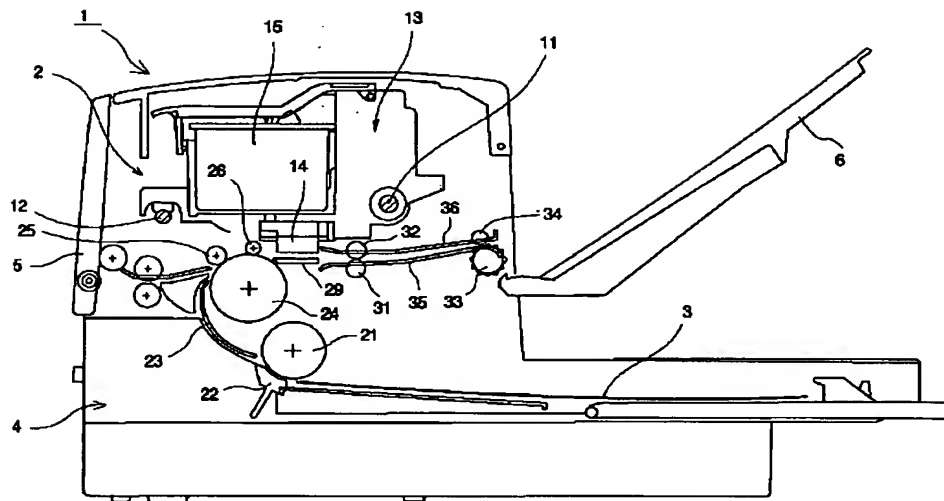
【図4】



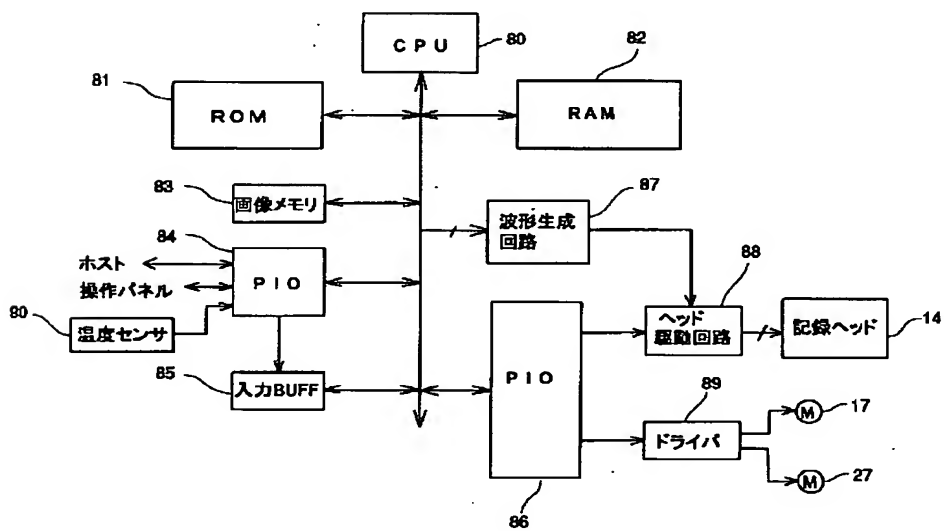
【図10】



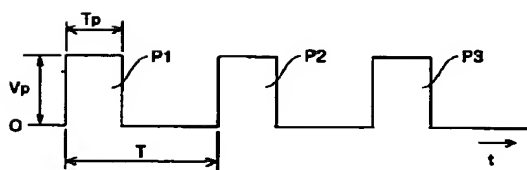
【図2】



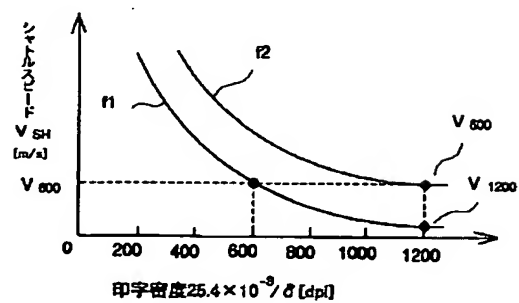
【図5】



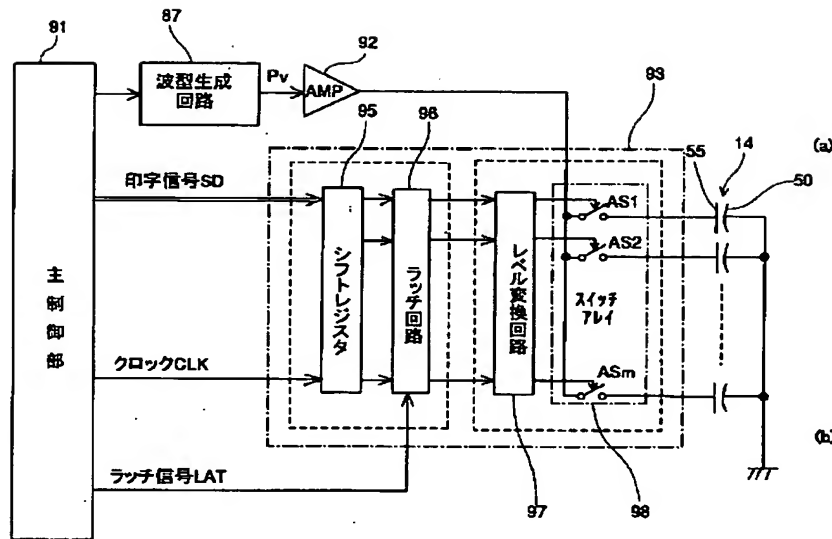
【図11】



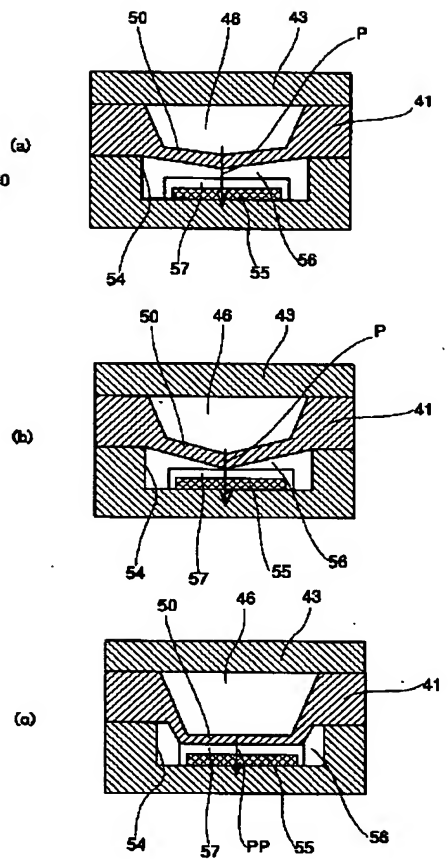
【図12】



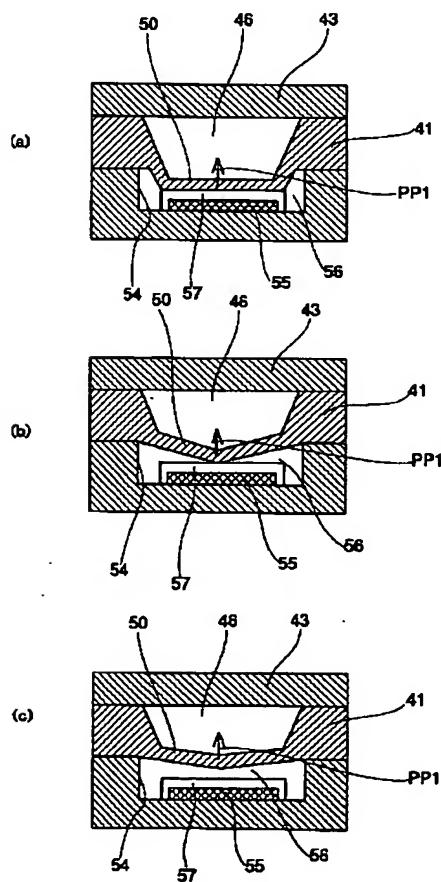
【図6】



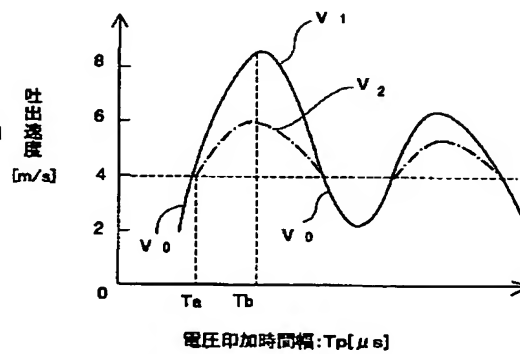
【図7】



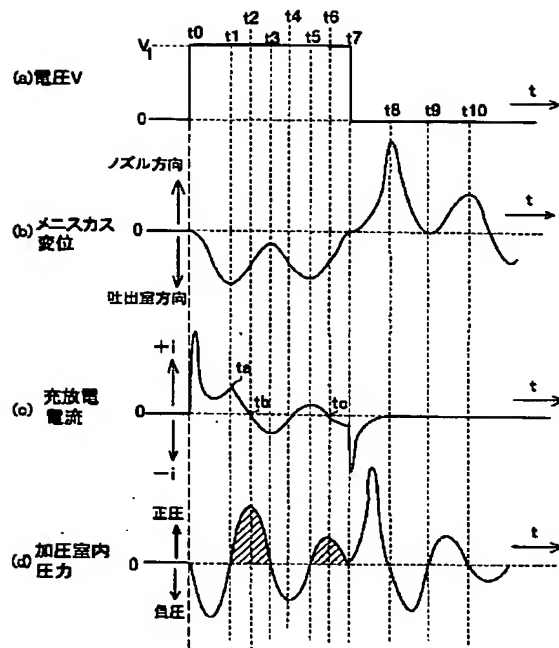
【図8】



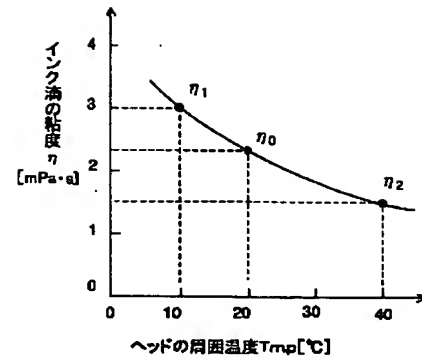
【図14】



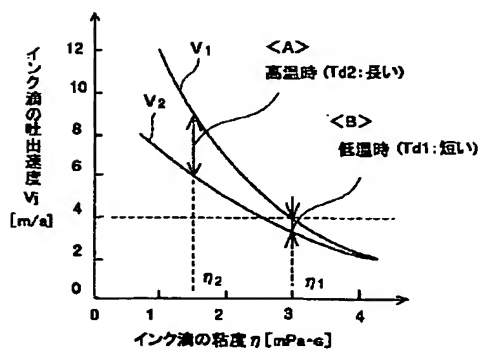
【図17】



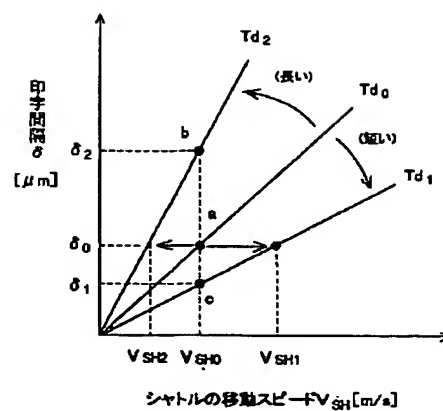
【図21】



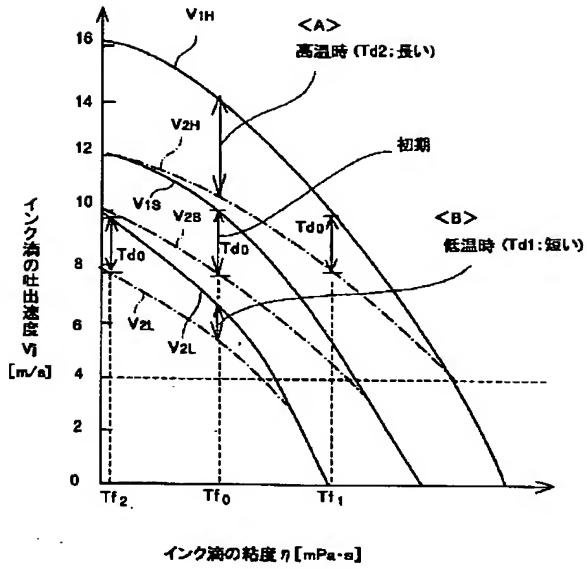
【図22】



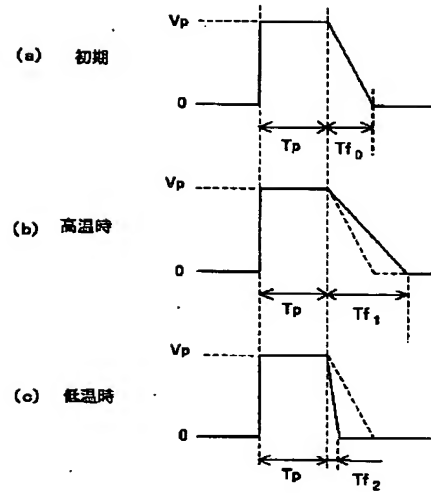
【図23】



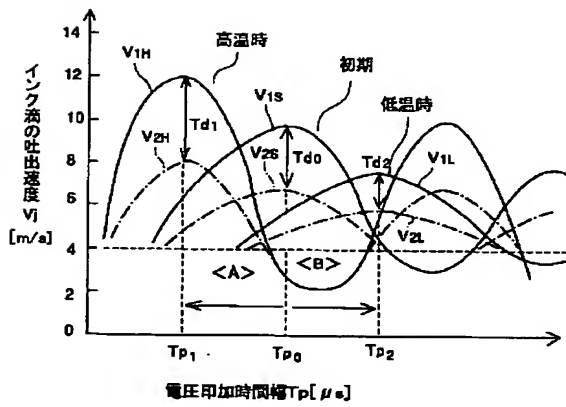
【図25】



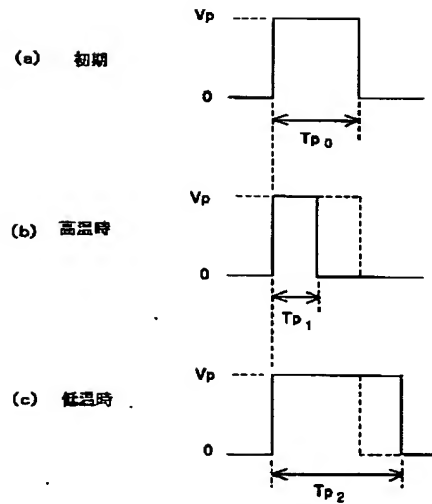
【図26】



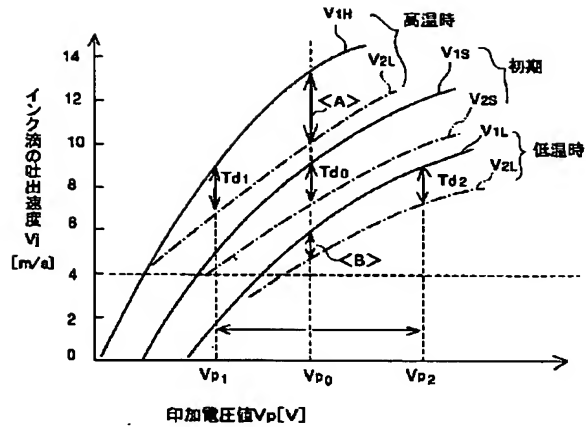
【図27】



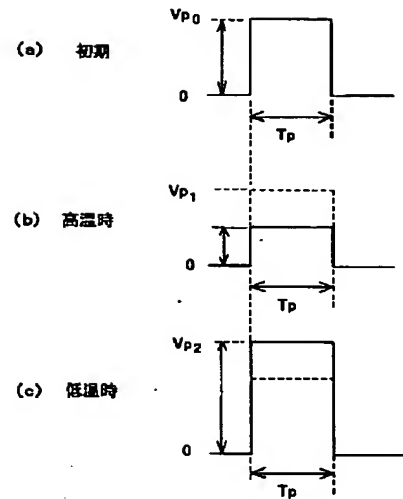
【図28】



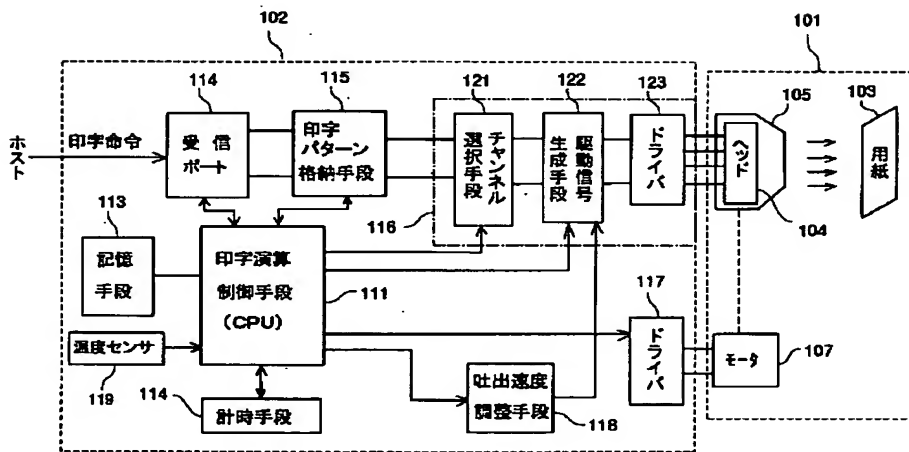
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C056 EA01 EA04 EB07 EB30 EC03
 EC07 EC11 EC31 EC37 EC38
 EC42 FA02 FA10 HA05 HA16
 KC16 KC22
 2C057 AF01 AF33 AG54 AG55 AL26
 AM03 AM18 AM21 AM22 AM40
 AN01 AP02 AP25 AP28 AQ01
 AQ02 AQ06 AR04 AR08 BA03
 BA15